Die

Drainage

ein Beitrag zu deren Theorie und Praxis.

Inaugural-Dissertation

welche mit

Erlaubniss der Hohen Philosophischen Facultät

der

Universität Rostock

nach

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

veröffentlicht

der Verfasser

Dr. Richard Trommer

Landwirth.

Greifswald.

Gedruckt bei Fr. Hache

1873.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553624_0192

Seinem

Hochverehrten Gönner

Herrn

Leopold Helmke

in

aufrichtiger

Dankbarkeit und Ergebenheit

vom Verfasser.

Literatur.

Vincent, die Drainage, deren Theorie und Praxis.

Kreuter, Handbuch der Drainage.

Wauer, Die Drainirung.

Gropp, Deutsches Drainbuch.

Schmidt, Trockenlegung der Felder.

Scheibler, das Englische und Schottische System der Drains.

Lücke, die Drainage des Ingenieurs James Donald.

Parkes, Drainage.

Stephens, A. Manual of Practical Draining.

Wilhelm, Der Boden und das Wasser.

v. Möllendorf, die Regenverhältnisse Deutschland's.

Mit Recht kann man wohl behaupten, dass das Wasser unter den Bedingungen unter denen die Pflanzen überhaupt, vor Allem aber unsere Culturgewächse existiren können, die hervorragendste Stellung einnimmt. Nicht allein, dass der eigentliche Ernährungsprocess derselben, sowie fast alle übrigen physiologischen Erscheinungen des Pflanzenkörpers mit Hülfe des Wassers hervorgebracht werden sondern wir wissen auch, dass das Wasser selbst ein Nahrungsmittel für die Pflanzen ist. Bekanntlich besteht das Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff und zwar in einem Verhältniss, wie 1 zu 8 und wir finden auch bei verschiedenen Pflanzentheilen, die diese beiden Elemente enthalten, dasselbe Gewichtsverhältniss. In diesem Falle wird das Wasser zum Theil an und für sich assimilirt (Kohlenhydrate); zum Theil aber auch nur der Wasserstoff desselben allein, indem es dann selbstverständlich von Seiten des Organismus in seine Bestandtheile zerlegt werden muss. Dies muss nothwendiger Weise bei der Erzeugung aller derjenigen organischen Verbindungen der Fall sein, welche entweder nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, oder wenn gleichzeitig Sauerstoff noch vorhanden, der Was-

serstoff diesem gegenüber in einem andern Verhältniss steht, als es die Zusammensetzung des Wassers lehrt.

Sämmtliche unsere Culturgewächse empfangen das zu ihrer Existenz nothwendige Wasser aus dem Boden: denn wie die Versuche ergeben haben, so sind nur allein die unterirdischen Organe der Pflanzen, die Wurzeln, als diejenigen zu betrachten, welche die Aufnahme von Nahrungsmitteln überhaupt, insbesondere aber für tropfbar flüssige Körper bewirken, während die überirdischen Organe, die Stengel, Blätter u. s. w., nur zur Ausscheidung dienen. In dem Masse, als daher dem Boden das Wasser fehlt, müssen unsere Culturgewächse in ihrer Vegetation gehemmt werden, ja sie werden zuletzt absterben, wenn nicht auf eine künstliche Weise, ihnen Wasser zugeführt wird. Die künstliche Bewässerung des Culturbodens hat schon von jeher einen wichtigen Theil des Ackerbau's gebildet, und wenn bei uns gegenwärtig auch die Bewässerung der Felder auschliesslich der Natur überlassen bleibt, so sehen wir doch, dass mindestens bei den Wiesen eine künstliche Bewässerung oder Berieselung derselben oft im ausgedehntesten Maasse stattfindet.

Indess kann aber auch die Gegenwart des Wassers, wenn dasselbe im Ueberfluss vorhanden ist, oft unsern Culturgewächsen ebenso nachtheilig sein, als es dessen Mangel ist. Dieser Nachtheil aber macht sich nicht allein für die Pflanzen selbst fühlbar, sondern derselbe dehnt sich auch auf die Bearbeitung des Bodens aus, und erschwert und behindert die Beackerung und Lokkerung eines solchen (eine Operation die bekanntlich

jeder Bestellung vorausgehen muss) oft in der Weise, dass diese überhaupt unmöglich ist. Wo daher nicht durch die natürliche Lage des Bodens oder durch dessen Beschaffenheit, in Bezug auf sein Durchlassungsvermögen, der Ueberfluss des Wassers zur gehörigen Zeit beseitigt wird, da muss man versuchen auf künstliche Weise diesen zu entfernen, d. h. man muss entwässern, wenn man sonst seinen Fleiss und Mühe durch die Ernte belohnt sehen will. —

So weit eine historische Zeit reicht, findet man fast bei allen und selbst bei den ältesten Völkern Nachrichten über Entwässerungs-Anstalten, deren Umfang und Grossartigkeit uns jetzt noch in Erstaunen setzen. Sie betrafen besonders die Trockenlegung nasser und sumpfiger Gegenden, ja selbst ganzer Seen durch Kanäle und Abzugsgräben, theils um feste Wohnsitze gewinnen zu können theils aber auch um das gewonnene trockene Land dem Ackerbau zugänglich zu machen. Es konnte indessen nicht fehlen, dass sich das Bedürfniss nach einer zeitweiligen, lokalen Entwässerung des so gewonnenen, so wie überhaupt des zum Ackerbau dienenden Bodens allgemein geltend machte, und was man dort im Grossen zu erreichen suchte wiederholte sich hier im Kleinen durch Anlegung von perpetuirlichen Abzugs- und Sammelgräben, wie es auch gegenwärtig noch häufig gebräuchlich ist.

Diese, so zu sagen, überirdische Entwässerung des Bodens hat selbst eine eigene Ackerwirthschaft, nämlich die Beet- und Bifangwirthschaft, wie dieselbe noch in verschiedenen Gegenden Deutschlands gebräuchlich ist,

zur Folge gehabt. Wo indess keine dergleichen systematische Erhöhung resp. Vertiefung des Ackerbodens, behufs Trockenlegung desselben, stattfindet, da sucht man überall durch periodische schmale und seichte Gräben, sogenannte Wasserfurchen, welche mit constanten, breiteren und tieferen Wassergräben in Verbindung stehen, den Ueberfluss des Wassers abzuleiten. Es ist aber leicht einzusehen, dass sowohl in der ersteren, wie in der letzteren Weise der Entwässerung der Zweck nur unvollkommen erreicht werden kann; denn einmal beschränkt sich diese Entwässerung nur stets auf eine gewisse Tiefe der Gräben, und zweitens wird ein Abfluss des Wassers um so unvollkommener stattfinden können, je horizontaler die Lage des betreffenden Bodens ist. Alles dies zusammengenommen und noch dazu der Verlust an Boden, den die offenen Gräben mehr oder weniger zur Folge haben, sowie die Störungen die dieselben bei den Feldarbeiten verursachen, hat ohne Zweifel zur Anlegung von unterirdischen Abzügen des Wassers geführt.

Die ersten Anfänge einer derartigen Entwässerung bestanden geradezu in Steinkanälen, wie sie bereits untern andern der römische Schriftsteller Palladius in seinen hinterlassenen Schriften de rustica beschreibt, oder in Gräben, welche mit Steingeröllen auch mit Strauchwerk (Faschinen) ausgefüllt, wieder zugeworfen wurden, sodass man darauf bestellen konnte. Diese unterirdischen Abzüge mündeten dann in grössere, offene Abzugsgräben. Auch bei uns in Deutschland ist diese Methode der Entwässerung in Anwendung gebracht

worden, obgleich über die Zeit und wo dies zuerst geschah etwas Bestimmtes nicht vorliegt. Nur so viel steht fest, dass bei uns diese Entwässerungsmethode äusserst beschränkt blieb und niemals in grösserer Ausdehnung oder systematisch betrieben wurde. Dieses Verdienst gebührt den Engländern.

In der Mitte des 17. Jahrhunderts war es zunächst der Capitain Walter Bligh, der ein Werk, unter dem Tittel: The english improver by Captain Walter Bligh, III. edit. 1832, publicirte, welches schon um diese Zeit in der dritten Auflage erschienen war. Derselbe empfiehlt die Anlage von tiefen Abzugsgräben, dieselben mit Reisig oder Kieselsteinen auszufüllen und diese Gräben in der Richtung des steilsten Gefälles anzulegen. Mit Recht kann Bligh daher auch als Erfinder der tiefen unterirdischen Entwässerung oder Drainage angesehen werden. Indessen dauerte es doch noch eine geraume Zeit, bevor man in England eine derartige Drainage in einem grösseren und geordneten Massstabe einführte und nur erst in diesem Jahrhundert richtete zu Anfang desselben der Schotte Smith von Deanston auf seinem Gute sogenannte parallele Unterdrains, in grösserer Anzahl systematisch ein. Er brachte somit die Drainage zu einer praktischen und vollkommneren Ausführung, wobei noch zu erinnern ist, dass Smith auch als derjenige betrachtet werden muss, der zuerst eine theoretische Erklärung oder wissenschaftliche Begründung der Drainage aufgestellt hat. Smith ging näm-

lich von der Erscheinung aus, das ein Ackerboden, wenn er auf einem Felsen von Granit, der sehr zerklüftet ist und viele Risse hat, liegt, gewöhnlich gleichmässig fruchtbar ist, indem das atmosphärische Wasser überall durch diese Risse hindurch sickern kann.

Er folgerte nun aus dieser Thatsache, dass man versuchen müsste einen undurchlassenden wasserfesten Untergrund ebenso zu zerklüften, um dem sonst auf der Oberfläche stagnirenden Wasser Abzug zu verschaffen. Eine derartige Zerklüftung nun praktisch auszuführen, ist allerdings nicht gut möglich, jedoch wird derselbe Zweck durch die Drainage, d. s. zahlreiche unterirdische Kanäle, erreicht.

Smith wandte zu seinen Wasserleitungen zunächst kleine, zerschlagene Steine, in Form von Chausseesteinen an, die er mit Rasen und Lehm bedecken liess, um etwaige Verstopfungen dieser Anlage zu verhindern. Ihm gebührt zunächst das Verdienst, der Erste gewesen zu sein, der in grösserer Ausdehnung diese Art der Drainage und zugleich systematisch in Ausführung brachte.

Trotz der günstigen Resultate, die Smith von dieser Art Entwässerung hatte, fand er doch im Ganzen nur wenig Nachahmer. Der Grund hiervon lag einmal in den grossen Kosten, welche diese Abzüge verursachten und zweitens in der Gefahr einer Verstopfung, welcher diese Kanäle doch mehr oder weniger ausgesetzt waren. Dennoch war man in England von dem Nutzen der Drainage zu sehr dadurch überzeugt worden, als dass man nicht versucht hätte die genannten Uebel-

stände durch andere und bessere Einrichtungen zu beseitigen.

Zu dem Ende wandte man gebrannte, thönerne Hohlziegeln an, die man mit ihrer Wölbung nach oben gekehrt, auf eine Sohle von gebrannten Ziegelsteinen legte, bis man endlich in den 40er Jahren dieses Jahrhunderts gebrannte wirkliche Thonröhren zu diesem Zweck verwandte. Hiermit war der Höhepunkt der Drainage erreicht und um die weitere Ausbildung und Verbreitung dieser Röhrendrainage haben sich die Engländer grosse Verdienste erworben; zunächst unter ihnen verdient insbesondere Josiah Parkes, consultirender Civil-Ingenieur der Königlichen Ackerbaugesellschaft, hervorgehoben zu werden.

Es konnte nun nicht ausbleiben, dass dieser grosse Fortschritt der englischen Landwirthschaft die Aufmerksamkeit der Landwirthe anderer Länder auf sich zog und so fand denn auch diese Röhrendrainage hier in Deutschland Nachahmung, zumal diese Melioration Anfang der 50er Jahre insbesondere auf literarischem Wege durch eine grosse Anzahl verschiedener Schriften zur öffentlichen Kenntniss gebracht wurde.

Obgleich nun doch in der ersten Zeit die Drainage von manchen unserer deutschen Landwirthe mit einigem Misstrauen betrachtet wurde, so nahm dieses doch nach und nach ab, und verschwand endlich gänzlich, so dass man bei uns gegenwärtig zn der Ueberzeugung gekommen ist, dass ein Ackerboden, wenn er nicht von Hause aus durchlassend ist, derselbe ohne Drainage einen sichern Ertrag niemals gewähren kann.

Der erste und wesentlich praktischste Nutzen, den die Drainage gewährt, besteht ohne Zweifel vor Allem in der frühzeitigen Bestellung, welche ein drainirter Boden gegenüber einem nicht drainirten gestattet und tritt derselbe selbstverständlich namentlich bei der Frühjahrsbestellung hervor.

Dann aber dürfte die Gewinnung des tragbaren Landes, indem die Gräben wegfallen und auch Flächen Landes, die früher wegen zu grosser Nässe entweder gar nicht oder nur sehr ungenügend bestellt werden konnten, zur Cultur benutzt werden können, von nicht geringer Bedeutung sein; auch ist leicht einzusehen, dass ein Feld ohne Gräben und sonstige Vertiefungen, ganz abgesehen von den Kosten erstere zu unterhalten, schon an und für sich bequemer und leichter zu bestellen ist, ja man kann wohl sagen mit vielmehr Sorgfalt, welche da, wo viele Gräben vorhanden, sehr schwierig, wenn nicht gradezu unmöglich ist.

Aber nicht allein bei der Bestellung und den sonstigen Feldarbeiten kommt uns dieser Vortheil zu Statten, sondern auch bei unserm Vieh, da schon öfter Unglücksfälle vorgekommen sind, wo Thiere in tiefere Gräben hineinstürzten.

Da ferner das Wasser im ruhigen Zustand zu den schlechten Wärmeleitern gehört, ausserdem aber dessen Wärmecapacität sehr gross ist, so wird ein Ackerboden, wenn die wärmere Jahreszeit eintritt, sich um so langsamer erwärmen können, je nässer derselbe ist. Dieser Nachtheil wächst aber in dem Maasse, als das Wasser in Eis übergegangen ist. Die latente Wärme des letz-

teren ist nämlich ausserordentlich gross; 1 Theil Eis bedarf an 49 Wärmeeinheiten um wieder tropfbar flüssig zu werden, wobei die freie Wärme des geschmolzenen Eises oder des daraus entstandenen Wassers noch keine höhere Temperatur als 0 Grad erreicht hat.

Ebenso bedarf das Wasser, wenn es luftförmigen Zustand annimmt und in Dampf sich umändert oder „verdunstet", wie man es im gewöhnlichen Leben zu bezeichnen pflegt, nicht minder der Wärme, welche latent wird und daher nicht mehr wahrnehmbar ist. In diesem Falle aber ist das Maass derselben ein noch viel grösseres, als in dem vorhergehenden. Es bedarf nämlich 1 Gewichts-Theil Wasser, damit derselbe dampfförmigen Zustand annehmen kann, bei 100° gegen 540 Wärmeeinheiten; dabei dürfte es höchst wahrscheinlich sein, dass in dem Maasse, als die freie Wärme des Wasserdampfes sich von derjenigen entfernt, welche man bei der Kochhitze des Wassers unter dem mittleren Luftdruck beobachtet, das Maass der latenten Wärme ein grösseres wird.*) Diese Verdunstungskälte aber wird die Erwärmung des Bodens um so länger hinausschieben, je nässer derselbe ist.

Hierzu kommt noch das Ausstrahlungsvermögen des Wassers für die Wärme, welches stets grösser ist,

*) Die verschiedenen Versuche zeigen nämlich, dass die latente Wärme des Wasserdampfes mit seiner Ausdehnung in niedern Temperaturen wächst, dagegen mit zunehmender Dichtigkeit desselben sich vermindert. Es dürfte daher die Summe der Wärmeeinheiten überhaupt, der freien plus der latenten, immer dieselbe sein, wie sie bei der Dampfbildung von 100° beobachtet wird, wo, wie bereits erwähnt, die Summe der Wärmeeinheiten 640° (d. h. 100° + 540°) beträgt.

als das der festen Bestandtheile des Bodens, während das Absorptionsvermögen des Wassers für die Wärmestrahlen der Sonne ein geringeres ist. Diese Verhältnisse des Wassers zur Wärme sind es vor Allem, welche die theilweise Beseitigung desselben zur Zeit nothwendig machen, wenn die Vegetation gedeihen soll.

Mit der Entfernung des überflüssigen Wassers aus dem Boden, steht ausserdem der unmittelbare Zutritt der atmosphärischen Luft in gradem Verhältniss; da aber die sogenannte Bodengahre, d. h. die erforderliche Aufschliessung der Bodenbestandtheile, deren Verwitterung und Verwesung, so wie überhaupt die Bildung eines milden Humus, gegenüber eines sauren torfigen Humus, von der unmittelbaren Einwirkung der atmosphärischen Luft abhängig ist und auch ferner die erste Entwickelung der Pflanzen, oder die Keimung ohne Sauerstoff, als Bestandtheil der atmosphärischen Luft, nicht stattfinden kann, so dürfen wir mit Recht die Drainage des Bodens, als eine der wichtigsten Meliorationsarbeiten im Allgemeinen, insbesondere für einen undurchlassenden Boden betrachten.

Man hat zwar ausserdem noch einen Nutzen der Drainage in der Vertilgung, der, den nassen Boden liebenden Unkräuter gesucht, indessen würde selbstverständlich dieser Vortheil nur ein scheinbarer sein, indem ja bekanntlich jeder Boden, und so auch der trocken gelegte, seine Unkräuter hat.

Bei allen diesen Vortheilen, die die Drainage gewährt, glaubte man auch, dass mit derselben gewisse Nachtheile verbunden seien.

Insbesondere hatte sich in der ersten Zeit die Ansicht geltend gemacht, dass durch eine derartige perpetuirliche Entwässerung des Ackerbodens eine Auslaugung desselben oder eine Entfernung der im Wasser löslichen, insbesondere mineralischen Nährstoffe der Pflanzen erfolgen würde und diese somit selbstverständlich für die Vegetation verloren gehen müssten. Wäre indessen ein derartiger Verlust in der That vorhanden, so würde derselbe noch keineswegs den Nutzen der Drainage aufwiegen, wenigstens würde dies bei allen denjenigen Feldern der Fall sein, die ohne Drainage gar nicht bestellbar wären, und auch abgesehen hiervon, wendete man Gräben zur Entwässerung an, so ist es ja bekannt, wie das in denselben abfliessende Wasser einen grossen Theil der Düngungsmittel vom Felde mit sich fortnimmt.

Es haben aber direkte Versuche von Drainwasser gezeigt, dass zwar verschiedene Stoffe darin aufgelöst sind, dass dies aber bei den wichtigsten Bodenbestandtheilen, in Bezug auf die Ernähung der Pflanzen, wohin wir das Kali, die Phosphorsäure und das Ammoniak zählen, gegenüber allen übrigen Bestandtheilen in einem nur sehr geringen Grade der Fall ist. Die Erscheinung, welche sonach jene Befürchtung, welche man, wie schon erwähnt, für die Drainage aufgestellt hat, grösstentheils beseitigt, findet ihren Grund in dem besonderen Anziehungsvermögen des Bodens, oder dessen Absorptionsvermögen zu jenen Stoffen. Diese Fähigkeit des Bodens, welche den Begriff desselben als gewöhnliches Filter ausschliesst, wird aber um so

grösser, je fruchtbarer derselbe, oder je grösser dessen Gehalt an Thon und humosen Bestandtheilen ist.

Nur auf die Salpetersäure und deren Verbindungen, die wir ebenfalls als sehr wichtige Nährstoffe für die Pflanzen zu betrachten haben, erstreckt sich dieses Absorptionsvermögen des Bodens nicht. Dieselben folgen vielmehr dem allgemeinen Auflösungs-Gesetz und würden daher in einem drainirten Boden dieselben für die Vegetation um so schneller verloren gehen müssen.

Es würde nun noch weiter erörtert werden müssen, in wie fern die Röhren selbst im Stande sind, das Wasser aufzunehmen und abzuführen. Bekannt ist ja, dass es bis an dieselben durch den hydrostatischen Druck getrieben wird, es handelt sich nur darum, ob das Wasser in diese Röhren entweder durch Durchschwitzen oder durch die zahlreichen Stossfugen hineintritt. Wenngleich es a priori angenommen werden muss, dass die Thonröhren mittelst ihrer Porosität im Stande sind, das Wasser aufzunehmen und weitere directe Versuche, dass z. B. eine an beiden Enden verschlossene Thonröhre in Wasser gelegt, sich nach und nach hiermit anfüllt, dies thatsächlich beweisen, so kann diese Erscheinung bei einer Drainage nur von sehr geringer Bedeutung sein, da es durch weitere Versuche nachgewiesen ist, dass die Menge des durchgeshwitzten Wassers, von der durch die Stossfugen hindurchgetretenen nur $\frac{1}{500}$ beträgt, also ein sehr geringes Quantum, und man könnte hiernach beinahe annehmen, dass das Wasser nur allein durch die Stossfugen

hindurchtritt, die ja immer durch das aneinander Legen der Röhren entstehen müssen. Es wird aber auch schon aus der Natur des Wassers hervorgehen, dass es diesen bequemeren Weg, dem durch die engen Poren des Thons vorzieht.

Demgemäss wäre der Austritt des Wassers abhängig von der Anzahl der Stossfugen, die eine Drainage hat, und diese wiederum von der Kürze oder Länge der Röhren. Kürzere Röhren würden also den Austritt des Wassers befördern und umgekehrt. Man hat im Allgemeinen die Länge von 0,314 Meter dieser Röhren für ausreichend und am zweckmässigsten angenommen.

Was nun die Weite, d. h. die Länge des Durchmessers, der Röhren betrifft, so ist dieselbe lediglich abhängig von dem Gefälle überhaupt, wie von der Menge des Wassers, welches diese Röhren abzuführen haben. Ein bestimmtes Maass für dieselben lässt sich also nicht festsetzen, jedoch hat man gefunden, dass für die Saugdrains (ein Ausdruck, der später noch erörtert werden wird) eine Weite von 0,03 bis 0,04 Meter (1 bis 1½ Zoll) genügend ist, d. h. wenn sie eine gewisse Länge (man nimmt ca. 300 Meter an) nicht überschreiten. In diesem Falle dürfte man diese Nebendrains auch überhaupt nicht länger anlegen, sondern sie lieber durch Hauptdrains (s. weiter unten) durchschneiden. Parkes lässt die Dimension der Röhrenweite der Saugdrains von 500 zu 500 Fuss um je ¼ Zoll (engl. Maass) zunehmen und geht bis zur Weite von 2½ Zoll.

In Betreff der Sammeldrains nimmt Kreuter an, dass ein 3zölliges Rohr (0,08 m.) das Wasser von 9 Joch (20 Morgen = 5,1064 Hectaren), ein 4zölliges Rohr (0,1 m.) das von 16 Joch (36 Morg. = 9,1916) abzuführen im Stande ist, oder die Anzahl der Joche, deren Wasser eine Hauptleitung abführen kann, ist gleich dem Quadrate vom Durchmesser des Rohr's.

Vincent verwirft diese Annahme entschieden, sondern er sagt: „die Wassermenge, welche eine Röhre von gewisser Weite führen kann, ist ein Product aus Geschwindigkeit und Durchmesser derselben.“ Die Wassermenge findet man nach der Statistik des gefallenen Regens und zwar nimmt man hierbei nicht die jährliche Durchschnittsmenge, sondern die desjenigen Monats an, der in der betreffenden Gegend, als der feuchteste bekannt ist. Die Geschwindigkeit des laufenden Wassers ist abhängig von dem Gefälle und da solches durch das Nivellement zu finden, wird diese hiernach berechnet. Der Durchmesser der Röhren muss also derjenige Factor sein, der, mit der Geschwindigkeit multiplicirt, ein Product giebt, welches gleich ist der abzuführenden Wassermenge.

In Bezug auf die Entfernung der parallel laufenden Gräben (Saugdrains) von einander, wovon jeder die Hälfte des zwischen ihnen liegenden Ackerstückes entwässern soll, hält man die Annahme, auf jeden Fuss Tiefe der Gräben eine Ruthe Entfernung, oder in Metern, nach Vincent, auf 1 m. Tiefe, 12 bis 24 m. Entfernung. Ausserdem kann man sich, um gang sicher zu gehen, von einem richtigen Verhältniss dieser An-

nahme leicht überzeugen, wenn man zwischen den betreffenden Gräben ein Loch von Tiefe der Drains gräbt. Bleibt das Wasser hierin längere Zeit stehen, dass es für die Vegetation nachtheilig werden könnte, also vielleicht weniger wie 2 bis 3 Fuss (0,6—1 m.) unter der Oberfläche, so dürfte die Entfernung wohl zu gross genommen sein. Wie bereits angeführt, wird das Wasser in die Drains mittelst des hydrostatischen Druckes getrieben. Wird nun die Wirkung dieses Gesetzes z. B. durch sehr undurchlassenden, strengen Lehm erschwert oder durch sehr durchlassende Sandschichten gefördert, so ist es wohl leicht einzusehen, dass es rathsam ist, je nach diesen Umständen die Entfernung der Gräben weiter oder enger zu machen.

In Betreff der Lage der Gräben hat sich stets herausgestellt, dass diejenigen Anlagen den grössten Erfolg gezeigt haben, wo die Drains in der Richtung des grössten Gefälles des Terrains angelegt waren.

Die Frage: ob die tiefe oder flache Drainage vortheilhafter sei, hat zu vielen Streitigkeiten geführt, jedoch wie die Erfahrungen und verschiedentlichen Versuche es beweisen, so hat stets die tiefe Drainage den Sieg davon getragen. Ein eclatanter Beweis ebenfalls dafür ist der, dass Parkes sagt: „noch nie war man genöthigt eine Drainage zweimal zu machen, wegen zu tiefer Gräben, aber sehr oft mussten die Anlagen mit sehr grossen Kosten verändert werden, weil sie ursprünglich zu flach gemacht waren.“

Abgesehen davon, dass bei uns in Deutschland der Frost bis zu 1 Meter Tiefe in den Erdboden

dringen kann und dadurch eine derartige Anlage leicht zerstört werden könnte, so ist es auch schon an und für sich vortheilhafter tiefer zu drainiren, da einmal die in dem Wasser enthaltenen Nährstoffe für die Pflanzen mehr durch eine grössere Erdschicht absorbirt werden und zweitens der atmosphärischen Luft Gelegenheit geboten wird, tiefer in dem Acker eindringen zu können. Bei grösserer Tiefe ist in Folge der höheren Wassersäule der hydrostatische Druck ein so viel stärkerer und wird in Folge dessen das Wasser um so viel schneller entfernt werden müssen.

Wie vorhin erwähnt, stehen die Entfernung der Gräben von einander mit ihrer Tiefe in dem Verhältniss, dass sie, je tiefer man dieselben macht, um so weiter von einander entfernt gelegt werden können. Bei einer tiefen Drainage würden also weniger Gräben und somit auch weniger Thonröhren nothwendig sein, was bei einer Drainage grösserer Flächen von nicht geringer Bedeutung sein dürfte.

Für hiesige Verhältnisse wird im Allgemeinen die Durchschnittstiefe von 1,25 Meter (ca. 4 Fuss) als die vortheilhafteste angenommen, es sei denn, dass in Folge von tiefer stehendem Grundwasser eine Ausnahme gemacht werden muss. Selbstredend können gewisse Umstände, die eintreten, wenn man z. B. einen Berg durchschneidet oder genöthigt ist ein künstliches Gefälle zu geben u. s. w., hierbei nicht in Betracht kommen.

Vom allgemeinen theoretischen Standpunkt aus haben wir noch die ausserordentliche Entwickelung oder

Wucherung von Wurzeln der Bäume und Sträucher (gewöhnlich verschiedener Weiden oder Salix - Arten) zu erwähnen, die dieselben zuweilen erhalten, wenn sie Gelegenheit haben mit den Drains in Berührung zu kommen. In diesem Falle werden die Röhren oft auf eine bedeutende Länge von den Wurzeln verstopft. Da in der Regel diese dann durch eine eigenthümliche Vegetation eine zusammenhängende Masse von kleinen Wurzelfasern bilden, so hat man sie Drainzöpfe genannt. Leicht einzusehen ist es, dass solche Umstände wenigstens theilweise, die Wirkung einer Drainage erfolglos machen können, und hat man beim Projectiren der Gräben darauf zu achten, solche nicht in die unmittelbare Nähe von Bäumen oder Sträuchern vorbei zu leiten.

Wie bereits erwähnt, ist eben da mit Vortheil eine Drainage anzulegen, wo man einen kalten undurchlassenden Untergrund vorfindet, welcher leicht durch gewisse Unkräuter, wie Binsen, Rohr, Schachtelhalm etc., sowie auch an der Farbe und Beschaffenheit der Pflanzen überhaupt leicht zu erkennen ist, welche gewöhnlich grob und röthlich sind, wenn sie an zu grosser Nässe leiden. Ebenso ist ein Beweis hierfür, wenn Schnee und Regenwasser längere Zeit auf der Oberfläche stehen bleiben und auch zeichnen sich im Frühjahr beim Abtrocknen der Felder solche Stellen durch ihre dunklere Farbe aus.

Es würde die Frage noch die sein, ist eine Drainage überall anwendbar? Allerdings empfahlen die Engländer auch trocknen, warmen Boden zu drainiren,

wobei sie dann aber den Drains nicht den Zweck, das Wasser abzuführen, zuschrieben, sondern sie glaubten die Cirkulation der atmosphärischen Luft im Boden zu befördern. Ob solche Luftdrainage aber ihre Zinsen trägt, steht wohl sehr dahin, wenn sie auch grade keinen Schaden verursacht und es ist wohl eine solche Anlage gradezu zwecklos zu nennen.

Ferner würde sich ein zu horizontal gelegenes Feld, ohne Vorfluth, ebenfalls nicht für die Drainage eignen, da ja selbstverständlich die Drains nur wirken können, wenn sie gehöriges Gefälle und auch Abfluss für das abzuleitende Wasser haben.

Im Uebrigen würde sich wohl jeder schwerere Boden zur Drainage eignen und wenn die Ansicht aufgestellt wird, dass z. B. wiesenhaltiger Boden nicht vortheilhaft zu drainiren sei, so sehen wir hier gar keinen Grund für, da Versuche ergeben haben, dass mitunter Drainwasser sehr eisenhaltig war, also grade die Drains das schädliche Eisen abführen. Auch sagt Vincent, dass das im Wasser enthaltene Eisenoxydul (Kohlensaures) ein Beweis dafür sei, dass grade für einen eisenhaltigen Boden die Drainage von Vortheil sein müsse.

Der in neuester Zeit hier und da aufgetretenen Ansicht, dass drainirtes Land in trocknen Jahrgängen von dem für die Vegetation nothwendigen, Wasser zu schnell befreit würde und somit mehr an Dürre zu leiden hätte, als nicht drainirtes, wird in dem „Journal of the Royal Agricultural Society“ treffend widerlegt. Nach dem trocknen Jahr von 1868 hatte nämlich der bekannte

englische Agronom Morton eine Reihe von Landwirthen ersucht, ihm ihre Beobachtungen und Resultate über Drainage von diesem Jahr mitzutheilen. Die zahlreichen Antworten, die ihm zugingen, lauteten sämmtlich dahin, dass gut drainirtes Land die Dürre weit besser überstanden und grössere Erträge gebracht habe, wie schlecht oder gar nicht drainirtes. —

Gehen wir nun zum praktischen Theil über, so ist es nothwendig, hierbei vorher die Vorfluth oder, wenn solche nicht vorhanden, wie sie zu beschaffen, in Augenschein zu nehmen. Befinden sich nämlich Flüsse, Bäche oder See'n in oder an dem zu drainirenden Grundstück, so liegt es ja auf der Hand, das abzuführende Wasser in solche Gewässer hineinzuleiten. und hierbei muss man eben darauf sehen, wie das Wasser dann weiter abfliessen kann, damit nicht etwa dieser Wasserstand ein höherer wird, wie die Röhren selbst liegen.

Sollte, wie es unter manchen Verhältnissen zuweilen vorkommen kann, ein genügendes Gefälle nicht vorhanden sein oder vielmehr die Gelegenheit das Drainwasser fortzuleiten, gänzlich fehlen, so würde dann kein anderer Ausweg übrig bleiben, als die betreffenden Drainleitungen in ausgemauerte Bassin's oder Reservoir's ausmünden zu lassen; das Drainwasser müsste dann hieraus, wenn seine Menge so gross wird, dass es nicht durch Verdunstung oder Einsickerung in den Boden abziehen kann, auf künstlichem Wege entfernt werden.

Das Hauptprincip einer Drainanlage ist vor Allem

das Gefälle. Je richtiger dieses herausgefunden und hergestellt wird, desto schneller wird der Lauf des Wassers in den Röhren stattfinden, desto sicherer natürlich der Erfolg sein.

Für eine der wichtigsten Aufgaben des Drainers würde demnach auch ein richtiges Nivellement des zu drainirenden Terrain's sein, denn ein hierin gemachtes Versehen würde sich nicht allein schwer bestrafen, sondern könnte unter Umständen die ganze Drainanlage erfolglos machen. Unter den verschiedenen Instrumenten, die man zu diesem Zweck anwendet, verdient entschieden das Fernrohrniveau oder Libellenwage den Vorzug, denn abgesehen von der grossen Genauigkeit, die dasselbe vor andern Instrumenten solcher Art hat, so erspart man sehr viel Zeit, indem man hiermit von einem Punkte aus bis zu 6 Hektaren übersehen und nivelliren kann, und auf diese Weise eine Menge Rechnungen erspart werden.

Den Unterschied der Höhen verschiedener Punkte in einer gegebenen Fläche nennt man je nach ihrer Lage, Gefälle oder Steigung; durch das Nivellement finden wir, um wie viel diese Punkte von einander entweder fallen oder steigen.

Um nun diese Differenz zu finden, bedarf man einer horizontalen Linie, d. h. einer an die Peripherie der Erde gelegten Tangente, und die von den betreffenden Punkten auf diese Horizontallinie gefällten Senkrechten geben uns je nach ihrer Länge und Kürze, das Fallen und Steigen derselben an. Durch das vorhin erwähnte Fernrohrniveau nun haben wir eine solche

Horizontallinie und der Unterschied der Senkrechten wird durch die Nivellirlatte bestimmt, eine in Metermaass eingetheilte Latte, von welcher derselbe mit Hülfe des Fernrohr's abgelesen wird.

Durch dieses Nivellement bestimmt man die vortheilhafteste Lage der Stränge überhaupt und ist diese gefunden, so werden in dieser Richtung die Drains abgesteckt und dann das Gefälle jedes einzelnen Stranges bestimmt.

Man unterscheidet bei einer Drainage Hauptstränge (Sammeldrains) und Nebenstränge (Saugdrains.)

Letztere haben, wie der Name schon andeutet, die Bestimmung das Wasser aus dem Acker zu saugen und in die Sammeldrains zu führen die es dann in die vorhin erwähnten Abzugsgräben oder sonstigen Gewässer abgeben.

In Betreff der Lage der Saugdrains zu den Sammeldrains ist es zweckmässig erstere möglichst rechtwinklich in oder vielmehr auf letztere ausmünden zu lassen. Die Sammeldrains legt man gewöhnlich um eine Röhrenweite tiefer wie die Nebendrains an, damit wie schon gesagt letztere auf erstere ausmünden können. Der Grund hiervon liegt wohl darin, dass bei stärkerem Lauf des Wassers, solches, wenn die Saugdrains einmünden, die betreffende Stelle leicht schadhaft machen könnte, auch würden etwaige Rückstände, wie Sand u. s. w., leichter mit fort geführt werden können. —

Zu bemerken ist noch bei der Absteckung der Gräben, dass die grade Richtung für diese stets die

vortheilhafteste ist, und würde es entschieden rathsamer sein, eine geringere Erhöhung zu durchschneiden, als sie im Bogen zu umgehen. Die hierdurch entstandenen, im Verhältniss nur geringeren Mehrkosten, würden sich stets durch einen besonderen Erfolg der Drainage belohnt sehen und hat es sich immer bewiesen, dass der grade Lauf des Wassers auch die sichersten Erfolge erzielt hat.

Dass es nothwendig ist, die Nähe von Bäumen und Sträuchern zu umgehen, ist bereits oben erwähnt worden.

Um nun den betreffenden Aufsichtsbeamten (Schachtmeister) Gelegenheit zu geben sich eine klare Uebersicht von dem zu drainirenden Terrain zu verschaffen, fertigt man ihm einen Situationsplan an, worauf die Länge der Stränge, deren Tiefe und die Weite der Röhren eingetragen sind. Natürlich stimmen die Bezeichnungen dieses Plan's mit denen der abgesteckten Nummerpfähle überein, und ist es hiernach nicht schwierig, sich sogleich zu orientiren.

Nach diesem Situationsplan kann man dann auch die Anzahl der Röhren, die man zur Drainage gebraucht, berechnen.

Vortheilhaft und zugleich eine Zeitersparniss ist es, wenn man die erforderlichen Röhren, wenigstens da, wo man mit der Grabenarbeit beginnt, schon vor derselben heranfahren lässt, da es später, wenn die Gräben bereits geöffnet sind, schwierig und nachtheilig ist, mit Fuhrwerken in ihre Nähe zu kommen.

Nach allen diesen Vorarbeiten nun, beginnt man mit dem Ausstechen der Gräben und werden bei einer Durchschnittstiefe von 1,25 Meter für die obere Breite der Nebenstränge gewöhnlich 0,4 Meter angenommen; die Breite der Hauptstränge richtet sich je nach den Umständen. Zweckmässig ist es mit dem Graben stets an dem niedriger gelegenen Punkte anzufangen und indem man so gegen das Gefälle arbeitet wird dem Wasser, das sich leicht in den Gräben ansammelt, ein Abfluss gewährt. Hierdurch erklärt sich auch, dass man zuerst den Hauptstrang aufgräbt und dann so zu sagen rückwärts die Nebenstränge vornimmt.

Ist der Graben nun bis zur Sohlentiefe herausgenommen, so lässt man von einem schon geübteren Arbeiter die Sohle mittelst einer hierzu construirten Schippe nachschaufeln und untersucht zugleich mit Hülfe des Visirkreuzes oder Setzwage das richtige Gefälle. Dasselbe lässt sich auch auf empirischem Wege erkennen; wenn nämlich Wasser in den Gräben sich angesammelt, so kann man schon an dem Lauf desselben, einmal im Ganzen, ein richtiges Gefälle beurtheilen und zweitens würden etwaige Unebenheiten an verschiedenen Stellen leicht in die Augen fallen.

Erst nachdem man sich völlig überzeugt hat, dass das Gefälle gleichmässig und nach Vorschrift vertheilt ist, kann das Legen der Röhren beginnen. Zu dieser Arbeit ist nur ein brauchbarer Mensch, auf den man sich gründlich verlassen kann, zu verwenden, da ja leicht einzusehen ist, dass ein von ihm gemachtes

Versehen den ganzen Strang oder vielleicht gar die ganze Arbeit erfolglos machen kann. Der Röhrenleger muss stets mit dem Gefälle arbeiten, da ja sonst etwa vorhandenes Wasser leicht die Röhren verschlämmen würde. In Folge dessen beginnt er auch mit den Nebendrains.

Unter den beiden Methoden, nämlich dem Legen der Röhren mit der Hand oder mit dem Haken, dürfte wohl letzterer der Vorzug gegeben werden müssen, denn abgesehen davon, dass im ersteren Falle auch die Gräben breiter gemacht werden müssen und dadurch schon mehr Kosten entstehen, so kann es für die sorgfältig präparirte Sohle durchaus nicht günstig sein, wenn der Röhrenleger mit seinen schweren Stiefeln auf dieser herumtritt. Die Ausmündungsröhren natürlich müssen mit der Hand gelegt werden, ebenso die grösseren Röhren der Sammeldrains. —

Nachdem der Leger die erst gelegte Röhre mittelst eines Steines sorgfältig gegen die Kopfwand verschlossen, beginnt er mit dem Legen. Nothwendig ist, dass er sich bei jeder Röhre vorher überzeugt, dass sie nicht etwa durch fremden Inhalt eine Verstopfung herbeiführen kann. Durch möglichst genaues Anpassen der Röhren an einander, werden die Stossfugen den zu erzielenden Schluss erhalten; etwaige Unebenheiten, werden mit einem hierzu construirten Hammer, der stets zur Hand sein muss, beseitigt.

Diesem Leger nun folgt Jemand, der mit einer Schippe etwa 0,3 Meter oberhalb der gelegten Röhren Erde von der Grabenborde absticht und zwar muss

dies möglichst behutsam geschehen, damit nicht durch zu schweres Auffallen der Erde auf die Röhren, dieselben verschoben werden. Sind sie auf diese Weise bedeckt, wirft man den Graben mit der herausgeworfenen Erde vollends zu. Unvortheilhaft ist es, den mit Röhren zugelegten Graben längere Zeit offen liegen zu lassen, denn ein eintretender, starker Regen kann unter Umständen die ganze Röhrenlage verderben. Man empfahl früher vielfach, die Röhren zunächst mit einer Schicht von Moos oder Laub zu bedecken, um so etwaigen Verstopfungen vorzubeugen, allein, wenn man bedenkt, wie diese Stoffe allmälig in Fäulniss übergehen, so ist es leicht einzusehen, dass durch solche Operation eher eine Verstopfung herbeigeführt werden kann.

Ist der Leger mit den Nebensträngen bis zum Hauptstrang gelangt, so beginnt er, nachdem er erstere jedesmal mit einem vorgelegten Stein verschlossen, mit dem Legen des letzteren und zwar auch am oberen Ende.

Bei den Aufmündungen der Saugdrains auf den Sammeldrain hat er eine sichere und dauerhafte Verbindung vorzunehmen. Bei den verschiedenen Arten dieser Röhrenverbindungen ist es stets zu empfehlen, an diesen Stellen einen Ziegelstein vorher derartig zu versenken, dass er mit der Sohle des Grabens in gleichem Niveau liegt. Auf diesem nun wird die Verbindung ausgeführt und wird somit der Lauf des Wassers möglichst wenig unterbrochen werden.

Bemerken wollen wir hier noch zugleich, dass es nie rathsam ist, zwei entgegengesetzte Nebenstränge

an ein und derselben Stelle in den Hauptstrang zu leiten, da sonst leicht das sich entgegenströmende Wasser eine Verschiebung der Röhren herbeiführen könnte.

Sehr zweckmässig ist es, das Ausführungsende des Hauptdrain's in eine längere hölzerne oder eiserne Röhre ausmünden zu lassen, da der letzte Drain wegen seiner Kürze doch nie sicher zu befestigen wäre und könnte er somit leicht von äusseren Einflüssen zerstört werden.

Um das Einkriechen von Thieren in die Röhren zu verhüten, da hierdurch oft eine Verstopfung vorkommen kann, verschliesst man gewöhnlich das Ausgangsrohr mit einem eisernen Gitter oder besser mit einer Klappe von Zink. —

Wenn wir nun zuletzt noch den Punkt über die Dauer oder Haltbarkeit einer Drainage berühren wollen, so muss derselbe noch unerledigt bleiben, da bis jetzt keine Erfahrungen hierüber vorliegen.

Ist das Material, woraus die Röhren verfertigt, ein guter plastischer Thon, sowie ihre Fabrikation und Brennen nach Vorschrift geschehen, so dürften dieselben auf lange Zeit einer Zerstörung und Verwitterung widerstehen.

Was die Ableitung des Wassers anbetrifft, so kann dieselbe allerdings, wie schon angedeutet wurde, durch Wurzeln, ferner durch Verstopfung der Ausführungsenden der Hauptdrains theilweise oder auch gänzlich aufgehoben werden, wenn nämlich das Einkriechen von Thieren, insbesondere von Fröschen nicht verhindert wird.

Bei den Saugdrains kann indessen letztere Verstopfung nicht leicht möglich sein; dennoch dürfte hier das Eindringen des Wassers in die Röhren, insbesondere durch die Poren, aber auch durch die Stossfugen, dadurch mit der Zeit gehindert werden, dass bei kalkhaltigem Wasser, welches doppelt kohlensauren Kalk gelöst hat, dieser in Berührung mit der auch in die Saugdrains dringenden atmosphärischen Luft in neutralen kohlensauren Kalk umgeändert wird. In diesem Zustande ist derselbe unlöslich und scheidet sich dann nach Art des Tropfstein's oder Kalktuff's aus. Hierdurch könnte also das Eindringen des Wassers gehindert werden und müsste sonach der Erfolg einer Drainage aufhören; indessen liegen hierüber noch keine Erfahrungen vor. —

Mit Recht dürfen wir aber die Drainage als eine der wichtigsten Meliorationen des Ackerbaues betrachten, deren Anlagekapital und Erhaltungskosten weit hinter dem Gewinn an bestellbarem Lande und an besseren und sicheren Ernten oder einer grösseren Bodenrente zurückstehen. —